

記事  
連番 0001

## Push型技術による ネットワーク教育システムの基本機能の開発

大池伸幸\* 安田孝美\*\* 横井茂樹\*

\*名古屋大学大学院人間情報学研究科 \*\*名古屋大学情報文化学部

名古屋市千種区不老町

{oike, yasuda, yokoi}@info.human.nagoya-u.ac.jp

あらまし

本研究ではインターネット上での新技術であるPush型技術を利用した、オンライン教育のための基本システムの開発を行った。インターネット上で最新情報を自動的に受け取ることが可能なPush型技術を利用することで、最新の教材を適切に学習者へ送り届けることができる。またクライアント側からは各学習者の進度を逆に送信することで、学習者にとっては全体の中での自分の進度を理解でき、また指導者にとっては全体あるいは個別の適切な指導を行うことが可能となる。

キーワード Push型技術 遠隔教育 インターネット

## Fundamental Functions for Network Education System Using Push Technology

Nobuyuki OIKE\* Takami YASUDA\*\* Shigeki YOKOI\*

\*Graduate School of Human Informatics, Nagoya University

\*\*School of Informatics and Sciences, Nagoya University

Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya JAPAN.

{oike, yasuda, yokoi}@info.human.nagoya-u.ac.jp

### Abstract

In this paper we developed a fundamental system for on-line education using Push technology that is a new technology on the Net. The most recent educational materials can be sent to learners by using Push technology. Sending the study status of each learner back to server, one can know his/her understanding level for the study. Teachers can also guide each learner in the most appropriate way.

Keywords Push Technolog Distance Education Internet

## 1.はじめに

近年、コンピュータを用いた教育が推進されている[1][2]。最近の各種学校では、コンピュータの設置に加えて、情報ネットワークであるインターネットを情報教育における車輪の両輪と捉え、インターネットを活用した先進的な試みが実施されている。

WWWはそのインターラクティブ性やマルチメディア性といった長所を利用することで、効率的な学習教材を提供できる可能性の高いものである。しかし、現状のWWWの仕組みでは回線速度が遅い場合やデータ量が大きい場合、CD-ROMのようなオフライン媒體と比較して満足な表示速度が得られない場合が多い。そのため、学習者側に置かれたローカルのアプリケーションソフトである教材と、ネットワークの即時性というそれぞれの長所を取り込んだ教育システムの開発の必要性が生まれてくる。

従来のコンピュータを用いた主な学習システムとしては以下のものがある。

### (1) CD-ROM

豊富なコンテンツや大量のデータを扱い、高度なインターラクティブ性を持ち、文字、動画、音声等が扱えるマルチメディア教材である。学習者のコンピュータ上で動作する媒体であるため多彩な機能をスマートに発揮できる。しかし、CD-ROMによる教材はひとつつの完結的な教材であり、リアルタイムに情報のやりとりができないため、教育指導者による学習者の状況把握、新しい内容の追加といった柔軟性に欠けている。

### (2) Webブラウザ

インターネット発展初期ではWebブラウザがまだ未成熟で、テキスト表示が主なものであった。その後のWeb環境の進化によりインターラクティブ性、マルチメディア性が追加されたが、クライアント側で行われた内容の状態保存がサーバ側でしかできない問題点は依然残っている。また、教材ソフトウェアの配布手段としてはftpサイトからの教材ソフトウェアのダウンロードが一般的であり、学習者はダウンロードを行った後、インストール、各種設定を行わなければならなかった。

### (3) Javaアプレット

Java言語で書かれたプログラムは、アプレット(applet)というクラスを継承することによりネットワークを経由しWebブラウザ上で起動することができる。Javaアプレットはネットワークからダウンロードし、実行するOSの種類に依存せずに動くことができる。アプレットの表現力は多彩で、高度なインターラクティブ性を持ち、動画、音声の表現も可能である。そのため、教育コンテンツアプレット作成にも自由度が高い。しかし、ネットワークからのダウンロードに時間がかかるといった欠点もある。またコンテンツ製作者が内容を更新していくも、それがクライアント側に自動的に伝わることはない。さらに、ブラウザを閉じると、折角ダウンロードしたJavaアプレットも消棄されることになる。そして個人の学習の成果を自分のローカルハードディスクに保存することもできない。

本研究ではPush型技術と呼ばれるインターネット上の新技術を利用して、ローカルで動作するアプリケーションソフト教材とネットワーク教材のそれぞれの長所を活かした教育システムの開発、提案を行った。

## 2. Push型技術の概要

プッシュ型技術を簡単に表現すればサーバからクライアントに自動的に最新情報を送らせる技術である。「プッシュ」と言う言葉は従来のWeb技術に対して付けられた言葉である[3]。従来のWebシステムはユーザー自身が欲しい情報を相手側サーバに打診し、取り寄せるため「ブル型技術」と呼ばれている。これに対し「プッシュ型技術」ではユーザー自身は最初の登録以後、情報の取り寄せには関与せず、自動的に新しい情報が送り込まれてくることから「プッシュ」と呼ばれている。

一般的なプッシュ型技術は基本的にはクライアント/サーバシステムで、コンテンツはWebサーバに置かれている。図1にプッシュ型技術の一般的な構成を示す。コンテンツの置かれたWebサーバとクライアントの間にプッシュ・サーバが置かれる。やりとりする情報の単位はテレビ

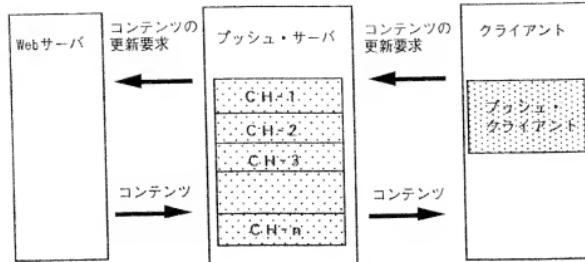


図1 ブッシュ・システムの構成

等の放送システムになぞらえて「チャネル(channel)」と呼ばれ、ブッシュ・サーバの役割はそのチャネルのコントロールである。

### 3. Push型技術を利用したネットワーク教育システム

#### 3. 1 開発方針

本システムはネットワーク主体の教育システムを目的とするため、次の4点に留意して機能の開発を行った。

##### (1) 個性化

個々の学習者は異なる背景と能力を持つており、進度もそれぞれ違う[2]。本システムでは学習者の進度を分析し、適切な処置を講ずることを可能にする。

##### (2) 対話性、視覚化

教材の形態としては、質問を提示し、学習者に考えさせ、その答えを入力させる形式とする。また学習者が学習しやすいよう、容易なユーザーインターフェースを目指し、Javaアプレットにも対応させる。

##### (3) 競争心理

学習者全体の成績をリアルタイムにブッシュ・サーバで処理、管理し、他の学習者との順位等をブッシュ技術を用いて配信する。

##### (4) 通信機能の利用

メールアドレス表を提示し、学習者と教育指導者、学習者と学習者間で相互に会話でき、同じ場所にいなくても教育指導者は常に学習者全員とも個別にも指導を行うことを可能とする。

##### (5) 管理機能

学習者の成績をブッシュ・クライアントより、ブッシュ・サーバにフィードバックさせる。そして、教育指導者のブッシュ・クライアントには個々の学習者と全体の成績についての最新情報が常に送り込まれる。

#### 3. 2 開発環境

本システムを開発するために用いた開発環境はJDK(Java Development Kit)1.0.2であり、使用ソフトウェアはMarimba社のCastanet1.0である。Castanet1.0の動作環境はWindows95/NT、Macintosh、Solaris2.xなどさまざまなOSをサポートしており、本システムもそれに準ずる。なお、Castanetではブッシュ・サーバをTransmitter(以下トランスマッタと記す)と呼び、ブッシュ・クライアントをTuner(以下チューナと記す)と呼ぶ。

#### 3. 3 システム概要

本研究では教育システムとして、トランスマッタを中心に学習者用チャネルと教育指導者用チャネルの2チャネルが必要であり、これらの開発を行った。本研究で開発したネットワークを図2に示す。各学習者は指定されたトランスマッタと接続し、教材をダウンロードする。その後の教材の追加等は差分更新で各学習者のチューナに配布される。教育指導者は教育指導者チャネルを用い、トランスマッタに藉

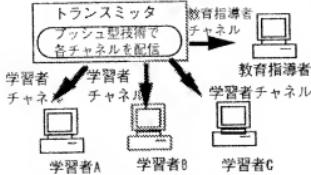


図2 ブッシュ型技術を用いた教育システム

えられていく学習者の情報が配布されるのを待ち、各学習者に対し指導を行う。

各チューナーで動作するチャネルとトランシミッタ間の通信は基本的にファイルのやりとりでデータの更新を行う。これらのファイルの内容については、次節以降「学習者チャネル」、「教育指導者チャネル」で各々述べる。

本システムを開発するにあたり、Castanetのアプリケーション配布システムを拡張した主な点は「更新イベントの発生」「トランシミッタ内のデータ処理」である。

#### (1) 更新イベントの発生

予め設定された更新スケジュール以外にも任意のイベント発生時に更新を行うようにした。また、学習者が教材を使った結果や成績等のデータを逆にトランシミッタへ渡す。

#### (2) トランシミッタ内のデータ処理

上記の強制的に行う更新イベントによってチューナーから送られてくるファイル類の中から、書き加えられたデータを取り出し、それぞれのデータに適した処理を行う。

### 4. 学習者チャネル

#### 4. 1 学習者チャネルの機能

学習者チャネルは「メイン」ウインドウの下に「ドリル」「テスト」「復習」「コラム」の4つのウインドウから構成される。学習者チャネルに含まれる機能は「学習者の識別」「全体状況の把握」「学習者の進度」「柔軟性」である。

#### (1) 学習者の識別

学習者の個人を識別し、個人の能力、進度に合わせた指導を行うために学習者個人の識別は重要な要素となる。本システムでは学習者個人の進度、理解度を

集計し、フィードバックを行うための個人の識別に、名前ではなくTunerIDを用いる。TunerIDとは、各チューナーに固有に割り当てられる12桁の文字列である。これは学習者の中に同じ名前が存在する可能性を考慮したものである。これを用いて各学習者のアーカイブの処理解析を行う。

#### (2) 全体状況の把握

同じシステムを用いている学習者が更新イベントを発生させる度に、トランシミッタにその状況が伝えられ蓄積される。蓄積されたデータは、更新スケジュールに沿った更新、あるいは学習者が更新イベントを発生させて更新が行われたとき由チューナーに送り返され、即座に表示される。これにより、各学習者は全体の中の自分の進捗状況を常に把握できる。

#### (3) 学習者の進度

本システムの教材内容は基本的に「Chapter」や「Level」に分けられたドリル形式の問題集で「Chapter」の最後には、そのChapterの「Test」問題がある。あるレベルから次のレベルに上がるためには、例えば全問正解などの条件をクリアする必要がある。一定の理解度を得なければ、次の問題に移ることができないこととした。

#### (4) 柔軟性

学習者はチューナーを通じてチャネルをトランシミッタよりダウンロードする。始めに基本システムをダウンロードを行えば、それ以後はブッシュ型技術により変更部分だけ随時送られてくる。その後はアプリケーションソフトと同様に状態の保存ができる。この学習者チャネルには、テキストだけでなくJavaアプレット等、さまざまな教材が含むことが可能で、チャネルに新しい教材を付け加えても、更新時にその部分だけが送られてくる柔軟性を持っている。

### 4. 2 メインウインドウ

学習者の画面に始めに現れるユーザ・インターフェース・ウインドウである（図3）。このウインドウで学習者自身の進度や学習者全体の状況を確認し、学習する教材の選択を行う。また、メインウインドウはフルダ形式になっており、教科毎にページが割り当てられている。図

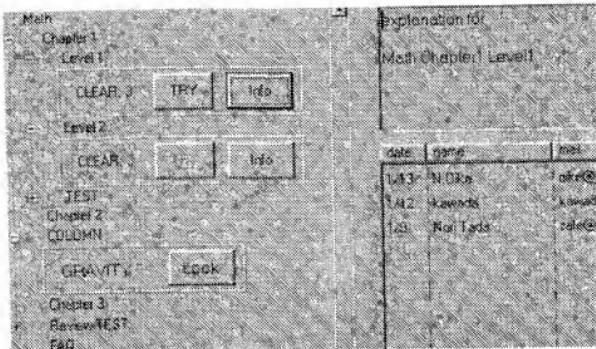


図 3 メインウインドウ

3は数学のページである。メインウインドウの左半分がインデックスボックス、右上が選択した教材の内容を表示する説明ボックス、右下がメールリストテーブルとなっている。

#### (1) 登録

チャネルを起動すると登録ウインドウが現れ。学習者は始めに名前とメールアドレスの登録を行う(図4)。

A registration form titled 'Registration'. It contains fields for 'Name' (S.Amano) and 'E-mail' (amano@nnn.infoSphere.co.jp). At the bottom is a 'Registration' button.

図 4 登録ウインドウ

#### (2) 各学習者の状況表示

メインウインドウは自分自身と全体の学習者の情報が提示されるウインドウである。このウインドウに表示される内容は次の4つである。

- (1) 自分自身の学習進度
- (2) 全体の学習者の進度
- (3) 教材と教材内容の表示
- (4) 教材をクリアした学習者の紹介

インデックスボックス(図3左)はツリー状に表示される教科毎の進度状況を示すボックスである。基本パターンとして、ルートのすぐ下にはChapter、コラム、テストが配置されている。各ツリーの末端には選択した教材を開けるための「TRY」ボタン、情報を提示するための「info」ボタンが配置されている。

「CLEAR;」の右に表示されている数字は、このレベルの問題をクリアした学習参加者の数である。図3ではレベル1、レベル2とともに3人と表示されている。

レベル2の「TRY」ボタンの色が消えているのは、このボタンがまだ使えない状態ということを示す。使える状態にするにはその前の問題(ここではChapter1のLevel1)を全問正解する等の条件をクリアしなければならない。条件をクリアすることでボタンがアクティブになり、次の教材に移ることができる。また、以前にこのレベルの問題を解答途中で終了し、学習者チャネルを再起動した場合は「Chapter」の文字が赤色で表示される。

「info」ボタンをクリックすることにより、説明ボックスにそのレベルの問題内容の説明が、また、メールリストテーブルに最近そのレベルをクリアした学習者の日付、名前、メールアドレスが表示される。このメールリストテーブルは「テスト」に関する表示のときはランキングングテーブルに切り替わる。ランキング

テーブルで表示される内容は「順位」「名前」「メールアドレス」「スコア」「所要時間」である(図5)。

Rank	Name	E-mail	Score	Time
1	Yamada	Yamada@Korea.Hanu.ac.kr	100	00:00:00
2	Takahashi	Takahashi@Hanu.ac.kr	90	00:00:00
3	Itaya	Itaya@Korea.Hanu.ac.kr	80	00:00:00
4	Douglas	Douglas.Milano@Hanu.ac.kr	70	00:00:00

図5 ランキングテーブル

4.3 ドリルウインドウ  
インデックスボックスから到達したレベルの「TRY」ボタン(図3)をクリックすることで、そのレベルで指定された問題が読み込まれ、ドリルウインドウが開く。このウインドウの機能は「問題の提示・解答」「中途終了時の状態保存」「終了時の更新イベント発生」である。

#### (1) 問題の提示・解答

このウインドウはフォルダ形式で2画面持っている(図6a、図6b)。一方の画面で学習者が問題を提示し、答えを入力させ、他方の画面で正誤の表示を行う。

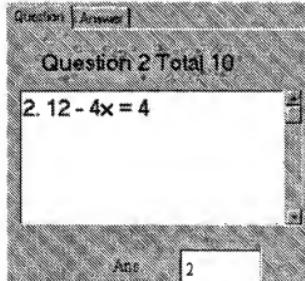


図6a 問題提示画面

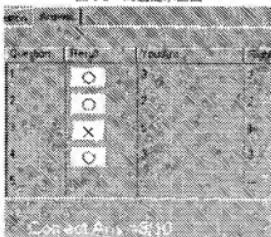


図6b 正誤判定画面

この採点はクライアント側で行われ、ネットワークを用いないことが重要である。

本システムで教材として作成された問題集はドリル形式で、学習者が答えを入力すれば次の問題が提示される。そして「Pre.」ボタン、「Next」ボタンで見直しや、やり直しの再入力も可能になっている。また、学習補助機能としてメモパッド機能も有している。また、これらコントロール機能は基本的に各教材のウインドウで統一している。

#### (2) 中途終了時の状態保存

学習者があるレベルの問題を解いていく途中で、学習者のなんらかの都合によりそのレベルの終了条件に達しない状態でのこのチャネルを終了することがある。チャネルを終了すると、途中の状態を保存するためのファイルをチューナーのデータディレクトリに作成し、現在のレベルや解き終えた問題数、入力した答等をローカルで保存する。このためネットワークやサーバの負担を押さえることができ、また再起動時に学習者はデータが送られてくるのを待つ必要はない。チャネル再起動時に、このファイルが存在すれば途中の状態のデータが読み込まれ、前回の続きをから始めることができる。

#### (3) 終了時の更新イベント発生

学習者があるレベルの問題を解いていき、そのレベルの終了条件に達すると、この課程は理解したと見なされ「Submit」ボタンが使用できる状態となる。「Submit」ボタンがクリックされると、まず、前回に中途終了したために作成されたデータファイルが存在すれば消去されて再起動時の読み込みを防ぐ。次にこの学習者がこのレベルを終了したことをトランスマッタに伝え、トランスマッタの処理結果を受け取る。このときトランスマッタに処理させるために送るデータは「現在のレベル」「名前」「メールアドレス」「TunerID」であり、トランスマッタは蓄積されているデータにこれらを加え、「日付」のスタンプを押し送り返す。送り返されたデータはメインウインドウに送られ、即座にインストールされ画面が描き直される。

新しいデータの処理結果を送り返した後、トランスマッタは他の学習者からの両様の更新に備えて、書き直されたデータをファイルにして保存する。また、これとは別に教育者チャネル用にファイルを作成し、個人データを保存する。他の学習者のドリルウインドウから新データと更新要請が届いた場合、この処理を繰り返す。

#### 4.4 テストウインドウ

インデックスボックスからTESTの「TRY」ボタンをクリックすることで、そのテストで指定された問題が読み込まれ、ウインドウが開く。このウインドウでは、このChapterのテスト問題を制限時間内に学習者に解かせる。このウインドウの機能は「問題の提示・解答」「誤答の記録」「終了時の更新イベント発生」である。

##### (1) 問題の提示・解答

学習者は提示された問題に対し制限時間内で答えなければならない。経過時間は本ウインドウ下部にインジケーター表示される(図7a)。制限時間終了か、「Done」ボタンをクリックすることで別ウインドウが開き、テスト結果と所要時間が表示される(図7b)。

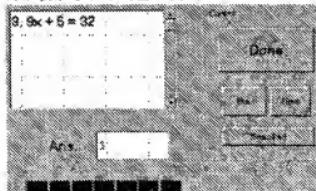


図7a テスト画面

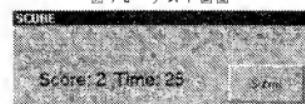


図7b テスト結果画面

##### (2) 誤答の記録

テストウインドウでは、直接にテストの正誤の結果を表示しない。しかし学習者が間違った問題と、学習者による解答

がローカルに保存される。この誤答の記録はテストを行う度に追加、削除され複数ウインドウに使用される。

##### (3) 終了時の更新イベント発生

制限時間をすぎると、「Done」ボタンをクリックすることで、図7bのウインドウが現れる。この「Submit」ボタンをクリックすると、ドリルウインドウと同様に、まずトランスマッタに更新要請に付け加えて処理するデータを送る。送られるデータは「テストの種類」「名前」「メールアドレス」「正答数」「所要時間」「誤答の記録」「TunerID」である。

トランスマッタは以前から蓄積されたデータを元に、送られてきたデータに対して「正答数」と「時間」でソートをかける。ここで、このテスト結果に対するランキングが作り直される。作り直されたランキングデータはメインウインドウに送り返されランクギングテーブルに表示される。また、トランスマッタ内では他の学習者からの更新に備えて、書き直された新しいランキングデータをファイルにして保存する。これとは別に教育指導者チャネル用に作成されるファイルにも必要なデータを保存する。他の学習者のテストウインドウから新データと更新要請が届いた場合、この処理を繰り返す。

「復習」及び「コラム」ウンドウについて説明を省略する。

#### 5. 教育指導者チャネル

##### 5.1 教育指導者チャネルの機能

教育指導者チャネルに取り込まれている機能は「個別・全休状況の把握」と「個別・全体への指導」である。

##### (1) 個別・全休状況の把握

このチャネルは個人の成績や進度、全休の成績を表示する機能を持っており、教育指導者はブッシュ型技術により、トランスマッタから定期的に送り込まれてくる各学習者の進度状況をチェックしながら、個別対応、全休へのアラウンドが行える。また、蓄積されたデータを用いて新しい教材の開発が可能になる。

##### (2) 個別・全休への指導

画面表示されるデータの中には、名前とメールアドレスも同時に表示される。したがって、個人の成績や進度、全休の

成績表示から学習者の傾向を読み取り、適切な個別、あるいは全体指導が可能になる。

#### 5.2 成績表示ウンドウ

このウンドウで学習者個人、また、全体の情報を管理する。表示内容は「個人の学習進度状況」(図8)、「個人のテスト結果」(図9)、「全体のテスト結果」(図10)である。

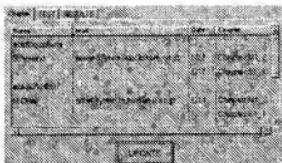


図8 個人の学習進度状況の表示

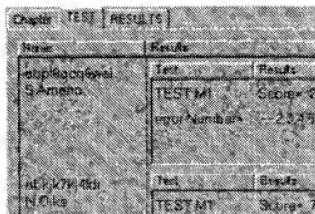


図9 個人のテスト結果の表示

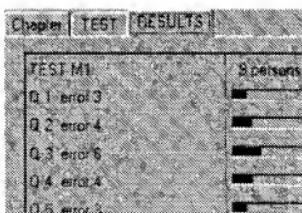


図10 全体のテスト結果の表示

#### 6. まとめ

本文ではPush型技術を用いて、従来のWWW上でのネットワーク教材の長所とローカルで動作するアプリケーションソフト教材のそれぞれの長所を活かした機能を持つネットワーク教育システムの基本機能を開発した。現在はPushu技術の教育への可能性を確認するための基本機能の開発を行った所であり、教材は簡単な数式問題や英語問題、そしてJavaによる力学のCGシミュレーションを実装しているのみである。今後はより学習者を引きつける教材をJavaを用いて開発すると共に、児童、生徒に対する試用実験を行いたい。本研究の一部は、文部省科学研究所費、情報科学振興財團、情報科学振興財團の助成による。

#### <参考文献>

- [1]芦葉浪久:“コンピュータ教育のススメ”, アスキー, 1991
- [2]Alfred Bork著, 篠本第一訳:“21世紀に向けた学校教育とコンピュータ”, 丸善, 1991
- [3]“ブッシュ・テクノロジ”, OPEN DESIGN, pp.146-156, Feb., 1998
- [4]Laura Lemay著, 松田晃一+小沼千絵+植江井太訳:“MarimbaオフィシャルガイドCastanet”, ブレンティスホール, 1997
- [5]Danny Goodman著, 石川和也訳:“MarimbaオフィシャルガイドBongo”, ブレンティスホール, 1997